

Aus der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
- Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie -
der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Scheunemann

**TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN
ZUM ERSATZ KLEINSTER ARTERIEN MIT EINEM
VENENTRANSPLANTAT UND
MIKROCHIRURGISCHER GEFÄSSNAHTTECHNIK**

U. Böhmer.

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Zahnmedizin
der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz

Mainz 1981



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552620_0022

Aus der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
- Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie -
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. SCHEUNEMANN

TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUM ERSATZ
KLEINSTER ARTERIEN MIT EINEM VENENTRANSPLANTAT
UND MIKROCHIRURGISCHEM GEFÄSSNAHTTECHNIK

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Würde des
Doktors der Zahnmedizin der
Johannes Gutenberg-Universität
in Mainz

dem Fachbereich Medizin

vorgelegt
von
Ulrich Böhmer
aus
Halberstadt

Mainz 1981



Dekan: Prof. Dr. med. K.-H. Bäßler

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Reuther

2. Gutachter: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H. Scheunemann

Tag der mündlichen Prüfung: 29. Juni 1981

INHALTSÜBERSICHT

1.0	EINLEITUNG	4
2.0	ENTWICKLUNG DER MIKROVASKULÄREN CHIRURGIE	6
3.0	TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN	15
3.1.	Operatives Vorgehen	15
3.2.	Operationstechnik	17
3.3.	Untersuchungsergebnisse	25
4.0	DISKUSSION	31
5.0	ZUSAMMENFASSENDE SCHLUSSBETRACHTUNG	37
6.0	LITERATURVERZEICHNIS	39
7.0	LEBENS LAUF	55

1.0 EINLEITUNG

Die Mikrogefäßchirurgie stellt heute in verschiedenen chirurgischen Fachrichtungen bereits einen festen Bestandteil dar. Besonders in der plastischen und rekonstruktiven Chirurgie haben sich mit dieser jungen Operationstechnik neue Möglichkeiten eröffnet.

Seit der ersten erfolgreichen Replantation eines Daumens mit mikrochirurgischen Gefäßanastomosen durch KOMATSU und TAMAI im Jahre 1968 werden in den letzten Jahren zunehmend erfolgreiche Replantationen mit zum Teil großen Fallzahlen beschrieben (VASARGIL, 1969; BUNCKE und SCHULZ, 1971; O'BRIEN, 1973 und 1976; HARII, 1974; OWEN, 1975; IKUTA, 1975; ACLAND, 1976; BIEMER und DUSPIVA, 1976; MARQUET, 1976; OHMORI, 1976; RIJNDERS und DIJKSTRA, 1976; BUCKGRAMCKO, 1978; SCHMIDT-TINTEMANN, 1978).

Als eine Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Anastomose von Gefäßen mit einem Außendurchmesser um oder unter 1 mm gilt, daß die Naht an absolut vitalen Gefäßstümpfen durchgeführt wird (HARII, 1974). Dabei ergibt sich vor allem bei Replantationen häufig die Notwendigkeit, große Gefäßstrecken zu überbrücken, um funktionell wichtiges Gewebe zu erhalten und die Anastomosen an vitalen Gefäßenden durchführen zu können. Hierfür bietet sich die in der allgemeinen Gefäßchirurgie bewährte freie Transplantation von autologen Veneninterponaten (BÄTZNER, 1947; LINTON, 1962; DE WEESE, 1966; CALDWELL, 1968; NACHBUR, 1969; LINTON, 1970; BEEBE, 1970) auch

für Gefäße im mikrochirurgischen Bereich an (O'BRIEN, 1977; MILLESI, 1978; BUCK-GRAMCKO, 1978; HOLZMANN, 1979). Dabei ergeben sich vor allem Probleme in operationstechnischer Hinsicht.

In der vorliegenden Studie haben wir versucht, an einem standardisierten tierexperimentellen Modell zur Klärung einiger Probleme der mikrochirurgischen Gefäßnahttechnik bei Veneninterposition beizutragen.

2.0 ENTWICKLUNG DER MIKROVASKULÄREN CHIRURGIE

Die ersten gefäßchirurgischen Eingriffe wurden Ende des letzten Jahrhunderts durchgeführt. V. HOROCH gelang 1888 die erste erfolgreiche Gefäßanastomose durch die Naht allein. Er anastomosierte die V. jugularis und V. femoralis an Hunden. Die Gefäßnahttechnik wurde in den folgenden Jahren unter anderem von JASSINOWSKI (1889), PAYR (1900), HÖPFNER (1903) und GUTHRIE (1907) verbessert, modifiziert und standardisiert. Die Grundsätze der damals gebräuchlichen Techniken wurden seither zu einer Voraussetzung für alle weiteren Arbeiten auf diesem Gebiet, da mit diesen Methoden schon sichere Anastomosen bis zu einem Durchmesser von minimal 4 mm möglich waren.

Erste Erfolge in der Replantationschirurgie gelangen HÖPFNER (1903) und CARREL und GUTHRIE (1906) im Tierexperiment.

Durch Weiterentwicklungen, besonders durch die Einführung der Antibiotika und der Antikoagulantien, kam es Ende der vierziger Jahre auch in der Gefäßchirurgie zu einer Weiterentwicklung. SHUMACKER und LOWENBERG berichteten 1948 von erfolgreichen Anastomosen kleiner abdominaler Gefäße bei Hunden bis zu einem Außendurchmesser von 3 mm. SEIDENBERG et al. (1959) führten bei der freien Jejunum-Transplantation die erfolgreiche Anastomosierung von Gefäßen mit Außendurchmessern von 2 - 3 mm durch. Auch diese Operationstechnik war vorher mehrfach im Tierexperiment erprobt worden. Kleinere Gefäße

konnten mangels technischer Voraussetzungen, besonders des Nahtmaterials, man benutzte Gefäßseide Stärke 6-0 oder 7-0 bei fortlaufender Naht, noch nicht anastomosiert werden.

Die eigentliche Mikrogefäßchirurgie begann erst mit der Einführung des Operationsmikroskopes durch JACOBSON und SUAREZ (1960). Sie gaben die Anregung zur Entwicklung eines Operationsmikroskopes durch Dr. D. Littmann (Firma Zeiss, Oberkochen). Durch die Neuentwicklung des binokularen Diploskopes war es für Operateur und Assistenz möglich, gleichzeitig ein seitenrichtiges, sphärisches und aufrecht stehendes Bild bis zu einer 40fachen Vergrößerung zu sehen.

Die mikrochirurgische Gefäßnahttechnik wurde rasch weiterentwickelt. JACOBSON und Mitarbeiter konnten 1965 bei Rekonstruktionen kleiner Venen mit Außendurchmessern von 1 - 1,8 mm an Hunden schon eine 100 %ige Erfolgsquote mitteilen.

Im Prinzip wurden für die mikrochirurgische Gefäßnaht die Erfahrungen und Techniken der allgemeinen Gefäßchirurgie übernommen. Schon JASSINOWSKI (1889) forderte dabei für die Adaptierungen von Gefäßendigungen die Einzelknopfnah. Bei fortlaufender Nahttechnik ist die Gefahr von Thrombosen oder Stenosen in den kleinen bis kleinsten Gefäßen sehr groß, da die Spannung der Naht weitgehend ohne Kontrolle erfolgt. Daher sind Verwerfungen der Intima sowie

Strangulationen der kleinen Gefäße kaum zu vermeiden (CHASE und SCHWARTZ, 1962; HATTORI, KILLEN, GREEN, 1970). Auch für die mikrochirurgische Operationstechnik ist die Einzelknopfnahse die Methode der Wahl (COBBETT, 1967; O'BRIEN, 1970; HAYHURST, 1976). Zur weiteren Verbesserung der Nahttechnik empfahl COBBETT Haltenähte an der Vorderseite des Gefäßes im Winkel von 120° und nicht, wie von CHASE und SCHWARTZ (1962) empfohlen, im Winkel von 180° anzulegen. Diese "Excentric Biangulation", wie COBBETT sie nannte, hat den Vorteil, daß sich die beiden Gefäßvorderkanten parallel aneinandersetzen, während die Hinterwände taschenförmig abstehen. Diese Technik der Mikrogefäßnaht ist bis heute für die Ausführung einer erfolgreichen Anastomose gültig.

Eine Erleichterung bei der Mikrogefäßnaht wurde durch die Entwicklung spezieller Gefäßklemmen ermöglicht. Heute werden von verschiedenen Firmen sehr gute Gefäßklemmen angeboten. Diese Entwicklungen gehen vor allem auf JACOBSON und SUAREZ (1962), BUNCKE und SCHULZ (1967), IKUTA (1968) und ACLAND (1972) zurück. Für die Gefäßklemme ist nach Untersuchungen von ACLAND (1972 und 1974), um Intimaschäden zu vermeiden, zu fordern, daß der Auflagedruck so gering wie möglich gehalten wird. Die Gefäßklemme nach ACLAND (1972) ist eine für feinste Arterien und Venen besonders geeignete Konstruktion, da sie nur einen Auflagedruck von 15 - 20 g aufweist und eine Vorrichtung zur Fixierung der Haltefäden besitzt. Für die experimentelle

Chirurgie haben sich ebenfalls der Approximator der Firma Aesculap und die ebenso konstruierten Einzelklemmen nach BIEMER bewährt.

Für die mikrochirurgische Operationstechnik sind nur wenige Instrumente notwendig, mit denen der Operateur vertraut sein muß. Der vereinfachte Satz zur experimentellen Chirurgie besteht aus zwei Dumont-Mikropinzetten, Mikronadelhalter, Mikroschere mit gebogenen Branchen, einer stumpfen Pinzette und einer gebogenen Pinzette mit isolierten Branchen für den Bipolaren Koagulator. (Abb. 1)



Abb. 1: Vereinfachter Satz zur experimentellen Mikrochirurgie

Neben der technischen Verbesserung der Instrumente wurden besonders die Nahtmaterialien weiterentwickelt. Feine monofile Nylonfäden erwiesen sich

der bisher benutzten Gefäßseide als überlegen (COBBETT, 1967). Von der Vorstellung geleitet, daß bei einem idealen Nahtmaterial der Durchmesser der Nadel dem des folgenden Fadens annähernd gleich sein sollte, schlugen BUNCKE und SCHULZ (1966) und später O'BRIEN (1973) metallisierte Nylonfäden vor. Die so hergestellten Nadeln sind jedoch deutlich schlechter im Vergleich mit den geschmiedeten Nadeln, sie sind rauher und weniger scharf, so daß sie heute weitgehend zugunsten der industriell präzise mit nur sehr geringen Toleranzen hergestellten Rundkörpernadeln wieder verlassen wurden.

Als Nahtmaterial hat sich das monofile Nylon der Stärke 10-0 oder 11-0, was einem Durchmesser von 0,02 - 0,029 bzw. 0,01 - 0,019 mm entspricht, in der Mikrogefäßchirurgie durchgesetzt, obwohl die Schwierigkeiten bei der Knüpftechnik nicht unerheblich sind (O'BRIEN, 1976; GREGORIUS und RAND, 1976).

Mit Hilfe dieser Neuentwicklungen in der Operationstechnik war es möglich geworden, tierexperimentelle Studien mit Gefäßanastomosen im Bereich bis 0,5 mm Gefäßdurchmesser vorzunehmen. GOLDWYN, LAMB und WHITE führten 1963 als erste tierexperimentelle Versuche an Hunden mit Insellappen durch. KRIZEK und Mitarbeiter (1965) verpflanzten freie Hautlappentransplantate und Unterhautgewebe an Hunden. Die Arterien Durchmesser betrugen 0,6 bis 1,2 mm, die

entsprechenden Venen lagen zwischen 2 und 4 mm. Bei 19 von 20 Hunden war die Operation erfolgreich.

Für heute erreichbare sichere Anastomosen zwischen 0,5 bis 1 mm (BUNCKE und SCHULZ, 1967; BUNCKE und MURRAY, 1969; KUTZ, HOW, KLEINER, 1969; DUSPIVA, 1976; NICHOLLS et al., 1976; O'BRIEN, 1977) liegen die Durchmesser dieser Venen schon im makroskopischen Bereich. BUNCKE und SCHULZ gelang 1965 als ersten die erfolgreiche Replantation amputierter Daumen an Affen. Ebenso wurde von ihnen 1966 im Tierexperiment an Kaninchenohren mit mikrochirurgischer Gefäßnahttechnik replantiert. STRAUCH und MURRAY (1967) transplantierten erfolgreich freie Lappen an Ratten mit Anastomosen, deren Außendurchmesser weniger als 1 mm betrug.

YASARGIL (1967) wendete in zahlreichen Tierversuchen die Mikrogefäßchirurgie bei neurochirurgischen Operationen an Gefäßen des Zentralnervensystems an. In der experimentellen Chirurgie mehrten sich die Erfolge in der Replantation abgetrennter Gliedmaßen (LENDVAY, OWEN, 1970; HAYHURST et al., 1974; O'BRIEN und Mitarbeiter, 1973, 1974) ebenso wie in der Verpflanzung von Weichteilen (O'BRIEN und Mitarbeiter, 1973, 1974; DANIEL und TAYLOR, 1973; KAPLAN, BUNCKE und MURRAY, 1973; HARI, OHMORI, OHMORI, 1974; HAUSAMEN, REUTHER, STOFFEL, 1977; HÖLTJE, 1977; REUTHER, SATTLER, 1979).

Auch aus der Klinik wird in den letzten 10 Jahren mehr über erfolgreiche Operationen mit Anwendung mikrochirurgischer Techniken berichtet. Die erste erfolgreiche Replantation abgetrennter menschlicher Gliedmaßen mit mikrochirurgischen Gefäßanastomosen gelang KOMATSU und TAMAI (1968) durch Replantation eines Daumens.

Speziell in der Replantation abgetrennter Gliedmaßen konnten die experimentell erarbeiteten Ergebnisse in die klinische Chirurgie umgesetzt werden (COBBETT, 1967; KOMATSU et al., 1968; O'BRIEN, 1973; O'BRIEN et al., 1974, 1977; OWEN, 1975; DUSPIVA, BIEMER, 1977; SCHMIDT-TINTEMANN et al., 1976, 1978).

Über Replantationen im Kiefer- und Gesichtsbereich wurde bisher nur relativ selten berichtet. JAMES (1976) replantierte durch Hundebißverletzung abgetrennte Oberlippe und Nasenweichteile zum Teil erfolgreich. REUTHER und HAUSAMEN gelang 1977 die Replantation und Rekonstruktion von Ober- und Unterlippe sowie Kinnregion mit mikrochirurgischen Gefäßanastomosen bei einem jungen Mann nach Verkehrsunfall. Erfolgreiche Replantationen von Kopfhaut mit mikrovaskulärer Gefäßnaht nach Skalpierungsverletzungen werden von MILLER et al. (1976), BUNCKE et al. (1978), v. BEEK und ZOOK (1978) beschrieben.

Bei Replantationen mit Wiederherstellung kleinster Gefäße ist sehr häufig keine direkte End-zu-End-Anastomose möglich, da die Durchgängigkeit der Gefäßnaht nur dann gewährleistet ist, wenn sie an absolut vitalen Gefäßstümpfen vorgenommen wird (O'BRIEN, 1976). Traumatisch geschädigte und durch Thromben verschlossene Gefäßstümpfe müssen bis zu vitalen Gefäßwandregionen reseziert werden. Daher ist ohne Verlust von funktionell wichtigen Geweben häufig kein direkter Gefäßanschluß möglich und die Überbrückung der fehlenden Gefäßstrecke durch die Interposition eines Transplantates erforderlich. Dabei erwiesen sich nach den Untersuchungen von O'BRIEN (1977), MILLESI (1978) und BUCK-GRAMCKO (1978) venöse Interponate als die beste Methode.

Seitdem häufiger Veneninterponate eingesetzt werden, sind die Erfolgsraten in der wiederherstellenden und Replantationschirurgie deutlich gestiegen (O'BRIEN, 1977; MILLESI, 1978; BUCK-GRAMCKO, 1978).

Die Mikrochirurgie bietet die Möglichkeit und den Vorteil, daß im Tierexperiment technische Schwierigkeiten immer wieder geübt und optimal trainiert werden können, um Fehler und damit Mißerfolge zu vermeiden. Nach Empfehlung von O'BRIEN (1976) sollte mindestens eine 90 %ige Erfolgsquote bei der Mikrogefäßnaht und einem Außendurchmesser von ca. 1 mm im Tierexperiment erreicht worden sein, bevor klinisch am Menschen

eine solche Anastomose durchgeführt wird.

Wir haben in der vorliegenden Arbeit ein tierexperimentelles Modell erarbeitet, um zu überprüfen, bis zu welchem Gefäßdurchmesser sichere Veneninterpositionen möglich sind. Es wurden in einer Versuchsreihe an Kaninchen die Interposition der Ohrtrandvene in die zentrale Ohrarterie durchgeführt. An Ratten wurde die Transplantation der V. femoralis in die A. iliaca und in einer dritten Versuchsreihe die Interposition der V. epigastica in die A. femoralis vorgenommen.

3.0 TIEREXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

3.1. Operatives Vorgehen

In einer orientierenden Versuchsreihe führten wir bei 12 Kaninchen die Interposition einer Ohrrendvene in die zentrale Ohrarterie durch. Die Außendurchmesser der Gefäße lagen dabei zwischen 1 bis 1,2 mm. Die zunächst sehr guten mikrochirurgischen Ergebnisse wurden im weiteren postoperativen Heilungsverlauf durch starke Narbenbildung der sehr dünnen Oberhaut des Kaninchenohres beeinträchtigt. Insgesamt war deshalb die Erfolgsquote dieser Versuchsserie unbefriedigend (Tabelle 1).

Die weiteren Untersuchungen haben wir aus diesem Grunde an Ratten vorgenommen. Diese Tiere eignen sich für das Training der mikrovaskulären Chirurgie im allgemeinen sehr gut. Die Haltung der Tiere ist problemlos, die Handhabung bei der Narkose ist relativ einfach und eine günstige Heilungstendenz ist selbst bei großen operativen Eingriffen gegeben. Die relativ gut zugängigen Gefäße haben einen Durchmesser, der für das Training der mikrovaskulären Chirurgie besonders geeignet ist. So lag bei Tieren mit einem Gewicht von ca. 280 g der Außendurchmesser der Arteria aorta abdominalis zwischen 1,5 und 2 mm, der Arteria iliaca zwischen 1 und 1,5 mm und der Arteria femoralis zwischen 0,5 und 1 mm.

Übersicht Vorversuch Kaninchen

Nr.	OP-Datum	Gewicht (g)	Geschlecht	Angiographie	Überlebensdauer	Durchgängigkeit
01	01.03.77	3.600	w.	12.05.77	72 Tage	-
02	11.03.77	3.800	w.	keine	-	-
03	15.03.77	3.200	w.	17.05.77	63 Tage	+
04	18.03.77	3.800	m.	11.05.77	54 Tage	+
05	02.05.77	4.400	w.	20.05.77	18 Tage	-
06	03.05.77	3.700	w.	21.06.77	49 Tage	-
07	31.05.77	4.100	w.	keine	-	-
08	01.06.77	3.600	w.	keine	-	-
09	03.06.77	3.800	w.	21.06.77	18 Tage	+
10	06.06.77	4.800	w.	30.06.77	24 Tage	+
11	18.06.77	3.700	w.	29.06.77	11 Tage	+
12	28.06.77	4.000	w.	keine	-	-

Durchgängigkeit: + Lumen offen

- thrombosiert, nicht durchgängig

Tabelle 1

Zunächst führten wir an der A. iliaca die Interposition der V. femoralis mit ca. 1,5 mm Außendurchmesser durch. Dabei blieb bei allen Transplantaten die vollständige Durchgängigkeit erhalten.

Für die vorliegende Untersuchung haben wir dann bei insgesamt 12 Wistar-Ratten beiderlei Geschlechts die Interposition der V. epigastrica in die A. femoralis durchgeführt. Bei einem Operationsgewicht von 250 bis 280 g betrug der Durchmesser der transplantierten Gefäße etwa 0,5 bis 0,7 mm, was dem Außendurchmesser der A. femoralis entspricht.

3.2. Operationstechnik

Die Eingriffe wurden standardisiert in Nembutal-Anästhesie durchgeführt. Hierzu wurden 35 mg bis 50 mg Nembutal pro Kilogramm Körpergewicht intraperitoneal appliziert. Die Ratte wurde am Schwanz aus dem Käfig herausgehoben, wobei ihr die Möglichkeit gegeben wurde, sich mit den Vorderläufen auf einer Unterlage festzukrallen. Da die Tiere sehr empfindlich auf Überdosierung des Anästhetikums reagieren, wurde mit einer Tuberkulinspritze die dem Körpergewicht entsprechende Menge Nembutal rasch intraperitoneal zwischen den beiden Hinterläufen einstechend injiziert.

Nach Eintritt der Narkose, wobei Spontanatmung

bestand, wurde das Versuchstier auf dem Rücken liegend auf einem Korkbrett fixiert.

Das sehr dichte Fell über der Leiste wurde zunächst grob mit einer Schere entfernt und anschließend die Enthaarung mit Enthaarungscreme (Pilca) vorgenommen.

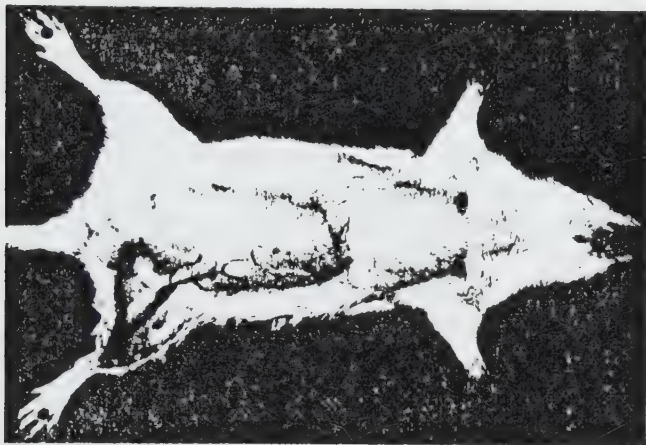


Abb. 2: Das Versuchstier ist auf dem Rücken liegend fixiert, das Operationsfeld ist enthaart

Nach Desinfektion des Operationsfeldes wurde in der Leistenbeuge eine ca. 3 cm lange Inzision dem Verlauf der Extremität entsprechend durchgeführt. Die Gefäße wurden danach mit der Schere stumpf präpariert und zunächst der Abgang der Arteria und Vena epigastrica aus der Arteria und Vena femoralis dargestellt. Der Gefäßbaußendurchmesser beträgt ca. 0,5 bis 0,7 mm. Diese Gefäße

wurden weiter in ihrem Verlauf in die Unterbauchhaut verfolgt. Die perivaskulären Gewebe wurden vorsichtig mit angefeuchteten Q-tips abpräpariert, wobei auf eine Zerreißung von feinsten Abgängen besonders geachtet wurde. Gleiches Vorgehen zur Freipräparation der Gefäße der Arteria und Vena femoralis. Die scharfe Präparation der direkt perivaskulären Gewebe mit der Mikropinzette und der Mikroschere wurde unter dem Operationsmikroskop vorgenommen. Diese Präparation wurde in der Regel bei 16facher Vergrößerung durchgeführt. Nachdem die Vena epigastrica von der Arteria epigastrica scharf abpräpariert worden war, gewannen wir ein ca. 1,5 bis 2 cm langes Venenstück, wobei in Bereichen der Gefäßendigungen die Adventitia auf ca. 1 mm Breite sorgfältig abpräpariert worden war. Die Durchtrennung des Gefäßes erfolgte mit der gezähnten Mikroschere, so daß eine gerade Schnittführung weitgehend gewährleistet war. Kleinere Abgänge wurden sehr sorgfältig mit dem Bipolaren Koagulator koaguliert. Ein Ausspülen des Venentransplantates mit der Tränenanguskanüle erfolgte sehr sorgfältig, da schon die leichteste Fibrinablagerung an den sehr dünnen Gefäßwänden Anlaß zu Thrombenbildungen gibt. Das Venentransplantat wurde in einer heparinisierten Ringerlactat-Lösung feucht gehalten.

In gleicher Weise wurde unter dem Operationsmikroskop die Arteria femoralis aus dem Gefäßnervenbündel herauspräpariert und auf der entsprechenden

Länge von ca. 1,5 bis 2 cm nach Anlage von zwei Einzelklemmen nach ACLAND reseziert. Die Adventitia im Bereich der Arterienendigungen wurde nach sorgfältigem Ausspülen der Gefäßlumina mit der Schere scharf abgetrennt, wobei darauf geachtet wurde, daß das Gefäß nicht zu stark denudiert wurde. Nach den Untersuchungen von HAYHURST (1976) führt eine zu weite Adventektomie zu einer Störung in der Gefäßernährung, so daß hieraus ebenfalls die Nekrose der Gefäßwand mit entsprechender Thrombosierung resultiert. Die Gefäßendigungen wurden nach dem Vorschlag von NAKAYAMA zur Vermeidung eines Gefäßspasmus mit einer 2 %igen Xylocainlösung betäubelt. Die Enden der Gefäßstümpfe sowie des Venentransplantates wurden sehr vorsichtig mit der Dumont-Pinzette aufgespreizt und nach den Empfehlungen von COBBETT zwei Haltenähte an jeder Anastomosestelle in einem Abstand von 120 Grad auf der Oberfläche des Gefäßes angelegt. Dadurch wird gewährleistet, daß beim Anspannen der beiden Haltefäden die Vorderwände der Gefäße aneinander gelagert werden und daß die Hinterwände dabei abstehen, so daß die weitere Gefäßnahttechnik wesentlich erleichtert wird. (Abb. 3 und 4).

Dann wurde die Oberfläche der Gefäßanastomosen an beiden Anastomosestellen weiter komplettiert, wobei zunächst zwischen die beiden Haltenähte eine Teilungsnäht und daran anschließend je nach der Dicke des Gefäßes, 2 oder 4 weitere Einzelknopfnähte mit dem atraumatischen Nahtmaterial eingebracht wurden. Nach Wenden der

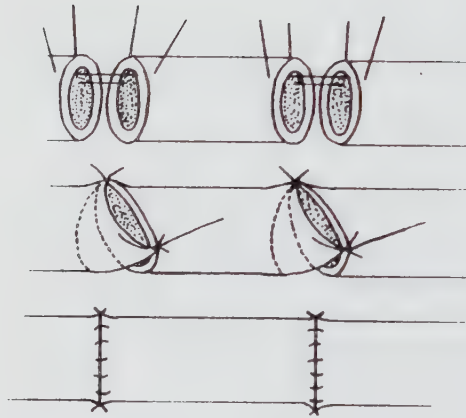


Abb. 3: Gefäßnaht in der Excentric-biangular-Technik nach COBBETT



Abb. 4: Operationssitus mit angespannten Haltefäden. Die Vorderwände lagern sich aneinander, die Hinterwände öffnen sich taschenförmig

Gefäßklemmen hatte man einen sehr guten Einblick in das Gefäßlumen und es waren in der Regel die einzelnen Nähte von der Innenseite her sichtbar. Es wurde hierbei besonders darauf geachtet, daß die Gefäßendigungen evertiert wurden und ein Einschlagen der Adventitia vermieden werden konnte. Nach erneuter sorgfältiger Ausspülung der Gefäßendigungen wurde nun in der gleichen Technik die Rückseite der Anastomose mit durchschnittlich 5 Nähten komplettiert. Insgesamt wurden für die Anastomosen ca. 10 Nähte durchgeführt. Beim Knüpfen der Nähte sollte unbedingt beachtet werden, daß die Nahtspannung nicht zu hoch wird, da es sehr leicht zu einer Strangulation und hieraus resultierend zu einer Gefäßwandnekrose käme.



Abb. 5: Die beiden Anastomosen sind komplettiert, das Venentransplantat ist noch blutleer

Nach Fertigstellung der Anastomosen haben wir zunächst die distale Klemme geöffnet und den Reflux über die Kolateralen ermöglicht. Dabei kam es zu einem raschen Auffüllen des Venentransplantates und aus den Gefäßanastomosen kam es zu einer leichten Blutung.



Abb. 6: Das Transplantat ist prall gefüllt;
leichte Blutungen an beiden Gefäß-
anastomosen

Durch einen 2 bis 3minutigen Druck mit einem Tupfer auf die Anastomosestellen konnten diese Blutungen dann vollständig zum Stillstand gebracht werden. Danach wurde auch die proximale Klemme geöffnet und der vollständige Blutstrom durch das Venentransplantat ermöglicht. Nach einer Überwachungszeit von ca. 20 Minuten nahmen wir dann nach einem Vorschlag von O'BRIEN die Über-

prüfung der Durchgängigkeit der Anastomosen mit 2 Pinzetten vor. Zunächst wurde im Bereich der proximalen Anastomose das Gefäß direkt hinter der Anastomose mit einer Dumont-Pinzette abgeklemmt und anschließend mit der zweiten Pinzette das Venentransplantat ausgestrichen. Nach Öffnen der proximalen Dumont-Pinzette kam es dann bei den gut durchgängigen Anastomosen zu einer sofortigen Füllung des gesamten Venentransplantates. In gleicher Weise wurde dann auch die distale Anastomose überprüft.



Abb. 7: Das Transplantat ist gut durchblutet;
beide Anastomosen haben sich vollständig
abgedichtet

Kam es hierbei ebenfalls zu einem schnellen Füllen des distalen arteriellen Segmentes, wurde daran anschließend die Haut über dem Transplantat

mit 2 x 0 Perma Handseide und Einzelknopfnähten schichtweise verschlossen.

3.3. Untersuchungsergebnisse

Im postoperativen Heilungsverlauf haben wir mit dem zweiten Tag beginnend regelmäßige Kontrastmitteldarstellungen des arteriellen Gefäßsystems im Abdominalbereich mit Conray 60 vorgenommen.

Die Röntgendarstellung erfolgte auf Du Pont Cronex mit Verstärkerfolie 18 x 24 cm mit 45 KV, 2,5 mA und 0,8 sec.



Abb. 8: Die Röntgenkontrastdarstellung des Transplantates zeigt leichte Schlingelung und einen unterschiedlichen Gefäßdurchmesser zwischen Arterie und Venentransplantat



Abb. 9: Die Röntgenkontrastdarstellung zeigt eine gute Füllung des Transplantates und vollständige Durchgängigkeit

Die Lumina der Venen zeigten sich in einigen Fällen leicht erweitert. In fünf von zwölf Präparaten waren die Lumina bei einem Gefäßdurchmesser von 500 μm vollständig durchgängig, in fünf Fällen war eine leichte Einengung zu beobachten, je in einem Fall war das Lumen nur geringfügig offen bzw. thrombosiert (Tabelle 2).

Der Überlebenszeitraum der Versuchstiere lag zwischen 20 und 76 Tagen. Nach Tötung der Tiere wurden die Transplantate zur histologischen Untersuchung entnommen. Nach Fixierung in 10 %igem Formalin erfolgte die Einbettung in typischer Weise und die Herstellung von Semi-Dünnschnitten, die mit Haematoxylin-Eosin und nach van Gieson gefärbt wurden.

Übersicht Rattenversuch

Nr.	OP-Datum	Gewicht (g)	Geschlecht	Angiographie	Überlebensdauer	Durchgängigkeit
01	18.07.77	255	w.	03.10.77	76 Tage	-
02	26.07.77	260	m.	10.10.77	76 Tage	++
03	28.07.77	260	m.	11.10.77	75 Tage	+
04	02.08.77	265	m.	14.10.77	73 Tage	++
05	03.08.77	275	m.	17.10.77	75 Tage	+++
06	04.08.77	275	m.	06.08.77	2 Tage	+++
07	05.08.77	275	m.	05.08.77	post op.	++
08	06.08.77	280	m.	18.10.77	73 Tage	++
09	12.09.77	280	m.	04.10.77	22 Tage	+++
10	15.09.77	280	w.	05.10.77	20 Tage	+++
11	16.09.77	270	w.	10.10.77	24 Tage	+++
12	19.09.77	250	w.	19.09.77	post op.	++

Durchgängigkeit: +++ Lumen vollständig durchgängig
 ++ Lumen leicht eingengt
 + Lumen nur geringfügig offen
 - thrombosiert, nicht durchgängig

Tabelle 2

Die histologischen Befunde entsprachen im wesentlichen den Befunden der Röntgendarstellung.

Die Querschnittspräparate zeigten weitgehend uniforme Veränderungen im Bereich der Anastomosen. Die Intima von Arterie und Vene zeigte eine leichte Hyperplasie, während die übrigen Gefäßwandabschnitte keine auffälligen Veränderungen aufwiesen. Diese Befunde decken sich mit den Ergebnissen von CARREL und GUTHRIE (1906), CARREL (1910), SHUMACKER (1950), SZILAGYI (1964), BEEBE (1970).

In den Längsschnittpräparaten, die einen besseren Überblick gestatten, zeigten sich die von vielen Autoren (CROWELL und YASARGIL, 1969; BAXTER et al., 1972; O'BRIEN, 1977; FUCHS und HAGEN, 1979; HOLZMANN, 1979; MINDERJAHN, 1980) beschriebenen typischen histologischen Veränderungen. Im Bereich der Nähte gab es leichte Einengungen. Das Endothel der Venen und Arterien war gut erhalten. In allen Fällen lag eine mehr oder minder starke Intimahyperplasie vor. Die Intimenarben waren endothelialisiert. Kleine wandständige Abscheidungsthromben in Organisation, die das Gefäßlumen leicht einengten, waren im Nahtbereich einiger Präparate zu beobachten. Um das Nahtmaterial herum, im Bereich der Narben, fanden wir in jedem Präparat mehrkernige Riesenzellen als Zeichen der Fremdkörperreaktion.

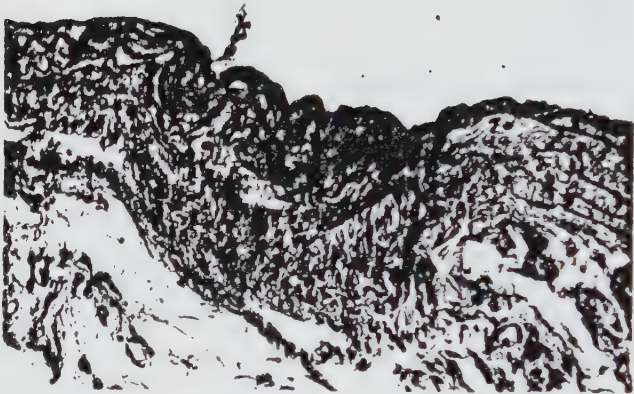


Abb. 10: Längsschnittpräparat an der Anastomose
mit Intimahyperplasie

In einem Präparat konnten wir eine Thrombosierung der proximalen Anastomose zwischen venösem Interponat und A. femoralis feststellen (siehe auch Tabelle 2).

Insgesamt wurden bei den vorliegenden tierexperimentellen Untersuchungen folgende Ergebnisse erreicht:

- bei der Interposition der Ohrrendvene in die zentrale Ohrarterie an Kaninchen mit ca. 1 bis 1,2 mm Durchmesser lag die erreichte Durchgängigkeit der Transplantate bei 41 %.
- bei der Interposition der V. femoralis in die A. iliaca an Ratten mit ca. 1,5 mm Außendurchmesser waren alle Transplantate vollständig durchgängig.

- bei der Interposition der V. epigastrica in die A. femoralis an Ratten mit 0,5 bis 0,7 mm Außendurchmesser betrug die vollständige Durchgängigkeit 41 %, in ebenfalls 41 % der Transplantate war die Strombahn leicht eingeengt, jeweils in einem Präparat war das Lumen nur geringfügig offen bzw. total thrombosiert. Insgesamt lag die von uns in dieser tierexperimentellen Serie erreichte Durchgängigkeit bei ca. 91 %.

4.0 DISKUSSION

Der Ersatz von Gefäßen mit einem Außendurchmesser von mehr als 1 mm wurde bisher in der Literatur schon häufig beschrieben.

JACOBSON, SUAREZ und KATSUMURA berichteten 1963 von Versuchsserien, bei denen in 54 Fällen 3 bis 4 mm lange Gefäßtransplantate von 1 bis 4 mm Außendurchmesser verwendet wurden. Die arteriellen und venösen autologen und homologen Interponate wiesen bei Nachuntersuchungen eine Durchgängigkeit von 100 % auf. In einer parallelen Studie zeigte sich, daß bei Verwendung von Dacron- oder Teflon-Interponaten der Prothesendurchmesser den zwei- bis dreifachen Durchmesser des zu ersetzenden Gefäßes haben mußte, um die gleiche Durchgängigkeit zu erzielen.

1965 wurden ebenfalls von JACOBSON und KATSUMURA zwei Serien von Gefäßrekonstruktionen beschrieben. Von 17 Rekonstruktionen der V. jugularis waren alle gänglich, lediglich eine wies eine kleine Einziehung auf. Die V. saphena wurde an sechs Tieren zu 100 % erfolgreich rekonstruiert. Die Gefäßdurchmesser betrugen 1 bis 7,6 mm.

CROWELL und VASARGIL führten 1969 zwei Versuchsserien an Kaninchen durch. Sowohl arterielle Interponate in Arterien mit 1,5 bis 2 mm Durchmesser als auch venöse Interponate in Arterien mit 2 bis 3 mm Durchmesser erwiesen sich sämtlich als durchgängig.

Nur wenige Autoren berichteten jedoch von Arbeiten an Gefäßen mit weniger als 1 mm Durchmesser. BUNCKE und MURRAY bestätigten 1971 die Durchführbarkeit von autologen Arterientransplantaten von 0,7 bis 0,8 mm Außendurchmesser bei einer Länge von 10 bis 12 mm. Die Durchgängigkeit wurde durch tägliche Inspektion und abschließende Arteriogramme überprüft. Elf von vierzehn Transplantaten waren durchgängig. Nach Beherrschen der Mikrogefäßnahttechnik waren alle Transplantate erfolgreich.

HUNTER und DONAGHY beschrieben 1973 zwei Serien von mikrogefäßchirurgischen Experimenten: 25 freie autologe Arterientransplantate und 25 Rotations- transplantate mit Außendurchmessern von 1 mm und weniger. Die Mißerfolgsquote lag bei ca. 20 %, wovon ca. 80 % auf Wundinfektion oder technische Unzulänglichkeiten bei der Gefäßnaht zurückzuführen waren.

Mehrere Serien von autologen Veneninterponaten von 1 mm Durchmesser wurden 1975 von FUJIKAWA und O'BRIEN durchgeführt. Bei Interponaten an der A. femoralis von Kaninchen wurde eine Durchgängigkeit zwischen 84 und 94 %, unabhängig von der Länge des Transplantates, festgestellt.

NICHOLLS et al. (1976) erreichten bei einer Serie von 45 Interponaten 71 % Durchgängigkeit, die bei einer späteren Versuchsreihe mit 96 % noch übertroffen wurde.

Von HOLZMANN (1979) wurden experimentelle Untersuchungen an der A. femoralis von Kaninchen über einen Zeitraum von 6 bis 40 Wochen beschrieben. Bei der Durchgängigkeit gab es keinen erkennbaren Unterschied in Abhängigkeit von der Länge des Interponates (vgl. FUJIKAWA und O'BRIEN, 1975). Bei zwei Gefäßen kam es in den ersten zwei Tagen zu Thrombosen. Auch FUJIKAWA und O'BRIEN (1975) berichten von geringen Thrombosierungen, die auf operationstechnische Probleme zurückzuführen waren. In einem Fall wird von HOLZMANN eine aneurysmaartige Dilatation beobachtet. Bei unseren Untersuchungen konnten wir die gleiche Beobachtung machen.

BÜCHLER und BUNCKE (1979) kamen nach Untersuchungen über mikrovaskuläre Autotransplantate auf Durchgängigkeitsquoten von ca. 90 % bei venösen Interponaten in Arterien bei einem durchschnittlichen Gefäßdurchmesser von 1,14 mm. Signifikante Unterschiede in der Durchgängigkeit von arteriellen Interponaten in Arterien und venösen Interponaten in Arterien bestehen nicht. (HOLZMANN, 1979; BÜCHLER und BUNCKE, 1979). Nach Tabelle 7-2 von BÜCHLER und BUNCKE müßten bei Interponaten im von uns untersuchten Bereich zwischen 0,5 und 0,7 mm Gefäßdurchmesser die Durchgängigkeitsquoten zwischen 20 % und 70 % liegen. Die tatsächlich in unserer Untersuchung erreichte Quote lag bei ca. 90 %.

Mit unseren Untersuchungen haben wir zeigen können, daß es möglich ist, Gefäßinterponate mit einem

äußeren Durchmesser von 0,5 bis 0,8 mm sicher durchzuführen. Verschiedene Grundvoraussetzungen müssen jedoch hierzu erfüllt werden.

Als wichtigste Bedingung für eine erfolgreiche Anastomose um und unter 1 mm Durchmesser gilt, daß die Nahttechnik nur an absolut vitalen Gefäßstümpfen durchgeführt wird. Ebenso sind ein geeignetes mikrochirurgisches Instrumentarium, atraumatisches Nahtmaterial und die Anwendung eines Operationsmikroskopes unabdingbare Voraussetzungen. Damit ist die Voraussetzung für eine exakte Nahttechnik gegeben, womit Aneurysmen, Einziehungen oder Aufkrepelungen an der Nahtstelle vermieden werden können.

GUTHRIE (1908) und ACLAND (1973) sahen in der Gefäßnaht einen wichtigen Thrombosefaktor, der zu einem partiellen oder totalen Gefäßverschluß führen kann. Ein- und Ausstich führen zu lockeren Granulozyteninfiltraten. Mangelhafte Adaptation der Nahtenden und zu starker Zug können zu kraterförmigen Einrissen und Gefäßwandnekrosen führen, die von ausgeprägten entzündlichen Infiltraten begleitet sind (MINDERJAHN, 1980). Die Anzahl der Gefäßnähte sollte deshalb auf ein unumgängliches Mindestmaß beschränkt bleiben. Auch um die nur 25 μ starken monofilen Nylonfäden bilden sich stets Thrombozytenaggregationen, welche jedoch den Erfolg der Gefäßnaht nur unwesentlich beeinflussen (CROWELL, YASARGIL, 1969; MINDERJAHN, 1980). Ebenfalls kann es über Intimaverletzungen, hervorgerufen durch zu straffes Abklemmen der Gefäße,

zu Thrombosen kommen (HAUSAMEN, REUTHER, HAMM, 1976). Adventitiaeingestülpungen in das Lumen bewirken ebenfalls Thrombosen (IKUTA, 1968; O'BRIEN, 1970; ACLAND, 1973; TAMAI, 1972).

Die Resektion der Adventitia muß daher im Nahtbereich sehr sorgfältig durchgeführt werden, um ein Einnähen in das Gefäßlumen zu verhindern. Ebenso führt eine zu weite Adventektomie nach Untersuchungen von HAYHURST (1976) zu Nekrosen und entsprechender Thrombosierung. Nach MINDER-JAHN (1980) sollte die Adventitia zum Zwecke der besseren Heilung jedoch belassen werden. 1964 beobachteten WYATT, ROTHNIE und TAYLOR den Wiederbeginn der Mikrozirkulation der vasa vasorum von Venen nach Benutzung als autologes Interponat schon nach 72 Stunden post op.

In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von O'BRIEN (1977), BIEMER (1977), BUCK-GRAMCKO (1978) und PATEL (1979) zeigen unsere Ergebnisse, daß die freie autologe Venentransplantation ein geeignetes Verfahren auch zum Ersatz kleinster Arterien mit einem Außendurchmesser von 0,5 bis 0,8 mm darstellt. Damit ist besonders für die Replantationschirurgie die Möglichkeit gegeben, funktionell wichtige Gewebspartien zu erhalten.

Auch bei der klinischen Anwendung konnte HOLZMANN (1979) eine 87,3 %ige Erfolgsquote erzielen, so daß die Indikation zur autologen Veneninterposition nicht zu streng gestellt werden sollte. Experimentelle und klinische Erfahrungen

zeigen, daß autologe Veneninterponate fast ebenso sicher sind wie arterielle mikrochirurgische Interponate (CROWELL, VASARGIL, 1969; BUNCKE und MURRAY, 1971). Aufgrund der besseren Verfügbarkeit von entsprechend dimensionierten Venentransplantaten kann diesem Verfahren gegenüber der Arterieninterposition häufig der Vorzug gegeben werden (O'BRIEN, 1977).

5.0 ZUSAMMENFASSENDE SCHLUSSBETRACHTUNG

In einer standardisierten Versuchsanordnung haben wir bei 12 Ratten experimentelle Operationen zum Ersatz kleinster Arterien mit einem Venentransplantat und mikrochirurgischer Gefäßnahttechnik durchgeführt.

Ein etwa 1,5 cm langes Stück der A. femoralis wurde reseziert und durch ein autologes Transplantat der V. epigastrica mit einem Außendurchmesser von 0,5 bis 0,8 mm ersetzt.

Von insgesamt 12 autologen Veneninterponaten waren 11 durchgängig. Die postoperativen Nachuntersuchungen wurden im Zeitraum zwischen 2 bis 76 Tagen nach Operation mit Kontrastmitteldarstellungen des arteriellen Gefäßsystems im Abdominalbereich durchgeführt. Bis auf eine Thrombosierung der proximalen Anastomose zwischen Interponat und A. femoralis waren alle transplantierten Gefäße durchgängig.

Bei der histologischen Aufbereitung zeigten sich in allen Fällen mehr oder minder starke Intima-hyperplasien.

Insgesamt zeigen unsere Untersuchungen, daß unter konsequenter Anwendung des Operationsmikroskopes und spezieller mikrochirurgischer Gefäßnahttechnik mit mikrochirurgischen Instrumenten Anastomosen

auch solch kleiner Gefäße erfolgreich durchgeführt werden können. Besonders für die klinische Anwendung in der Replantationschirurgie setzt dies jedoch ein ständiges Training im Tierexperiment voraus.

6.0 LITERATURVERZEICHNIS

1. ACLAND, R.:

New Instruments For Microvascular Surgery.

Brit. J. Surg. 59, 181 (1972)

2. ACLAND, R.:

Thrombus formation in microvascular surgery:
An experimental study of the effect of
surgical trauma.

Surgery 73, 766 (1973)

3. ACLAND, R.:

Microvascular anastomosis: A device for holding
stay sutures and a new vascular clamp.

Surgery 75, 185 (1974)

4. ACLAND, R.:

Instrumentation and technique.

in:

Symposium on microsurgery, Hrsgb: A.J. Daniller,
B. Strauch; Mosby, St. Louis 1976

5. ALPERT, B., BUNCKE, H., BROWNSTEIN, M.:

Replacement of damaged arteries and veins
with vein grafts when replanting crushed
amputated fingers.

Plast. Reconstr. Surg. 61, No. 1 (1978)

Die Abkürzungen der Zeitschriften sind dem World
Medical Periodicals, 3. Aufl. (1961) entnommen

6. BÄTZNER, K.:

Zur Frage der freien Venentransplantation.

Zbl. Chir. 72, 721 (1947)

7. BAXTER, Th.J., O'BRIEN, B.M., HENDERSON, P.N.,
BENNETT, R.C.:

The histopathology of small vessels following
microvascular repair.

Brit. J. Surg. 59, 617 (1972)

8. BEEBE, H.G., CLARK, W.F., DE WEESE, J.:

Atherosclerotic Change Occuring in an Autogenous
Venous Arterial Graft.

Arch. Surg. 101, July 1970

9. v. BEEK, A.L., ZOOK, E.G.:

Scalp replantation by microsurgical revascularization.

Plast. Reconstr. Surg. 61, 774 (1978)

10. BIEMER, E., DUSPIVA, W.:

Erfolgreiche Replantation eines völlig abgetrennten
Daumens.

Münch. med. Wschr. 118, 711 (1976)

11. BIEMER, E.:

Vein grafts in microvascular surgery.

British J. of Plastic. Surg. 30, 197 (1977)

12. BUCK-GRAMCKO, D.:

Vortrag auf der 95. Tagung der Deutschen
Gesellschaft für Chirurgie, München,
3. - 6. Mai 1978

13. BÜCHLER, U., BUNCKE, H.J.:

Experimental microvascular autografts.
in:
Microsurgical Composite Tissue Transplantation,
Hrsgb.: D. Serafin, H.J. Buncke, S. 83,
Mosby, St. Louis-Toronto-London 1979

14. BUNCKE, H.J., SCHULZ, W.P.:

Experimental digital amputation and reimplantation.
Plast. Reconstr. Surg. 36, 62 (1965)

15. BUNCKE, H.J., SCHULZ, W.P.:

Total ear reimplantation in the rabbit
utilizing microminature vascular anastomoses.
Brit. J. Plast. Surg. 17, 15 (1966)

16. BUNCKE, H.J., MURRAY, D.E.:

Small vessel reconstruction.
in:
Microneurosurgery, Hrsgb.: R.W. Rand,
Mosby, St. Louis 1969

17. BUNCKE, H.J., MURRAY, D.E.:

Autogenous arterial interposition of grafts
of less than 1 mm in external diameter in rats.
in:
Transactions of the Sixth International Congress
of Plastic and Reconstructive Surgery,
Hrsgb.: J.T. Hueston, S. 572, Butterworths,
London 1971

18. BUNCKE, H.J., ROSE, E.H., BROWNSTEIN, M.J.,
CHATER, N.L.:
Successful replantation of two avulsed scalps
by microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 61, 666 (1978)
19. CALDWELL, R.L., DE WEESE, J.A., ROB, C.:
Femoropopliteal bypass grafts utilizing autogenous
veins.
Circulation 37 (suppl. 2), 37 (1968)
20. CARREL, A., GUTHRIE, C.C.:
Complete amputation of the thigh with replantation.
Am. J. Med. Sci 131, 297 (1906)
21. CARREL, A., GUTHRIE, C.C.:
Results of biterminal Transplantation of veins.
Am. J. Med. Sci 132, 415 (1906)
22. CARREL, A.:
Graft on the vena cava on the abdominal aorta.
Ann. Surg. 52, 462 (1910)
23. CHASE, M.D., SCHWARTZ, S.I.:
Consistent patency of 1.5 mm arterial anastomoses.
Surg. Forum 13, 220 (1962)
24. COBBETT, J.R.:
Microvascular Surgery.
Surg. Clin. N. Amer. 47, 521 (1967)

25. COBBETT, J.R.:

Free digital transfer; Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb.

J. Bone Joint Surg. 51 B, 677 (1969)

26. CROWELL, R.M., VASARGIL, M.G.:

Experimental microvascular autografting: technical note.

J. Neurosurg. 31, 101 (1969)

27. DANIEL, R.K., TAYLOR, G.J.:

Distant transfer of an island flap by microvascular anastomosis.

Plast. Reconstr. Surg. 52, 111 (1973)

28. DE WEESE, J.A., TERRY, R., BARNER, H.B. et al.:

Autogenous venous popliteal bypass grafts.

Surgery 59, 28 (1966)

29. DUSPIVA, W., BIEMER, E.:

Technik der Mikrogefäßchirurgie.

Med. Welt 27, 852 (1976)

30. DUSPIVA, W., BIEMER, E.:

Gefäßnaht: an Ratten trainiert.

Selecta 45, 4249 (1976)

31. DUSPIVA, W., BIEMER, E.:

Wundheilung in der Replantationschirurgie.

Med. Welt 28, 971 (1977)

32. FUCHS, J.C.A., HAGEN, P.O.:

Long term fate of autologous vein grafts.

in:

Microsurgical Composite Tissue Transplantation,

Hrsgb.: D. Serafin, H.J. Buncke, S. 90,

Mosby, St. Louis-Toronto-London 1979

33. FUJIKAWA, S., O'BRIEN, B.M.:

An experimental evaluation of microvenous grafts.

Brit. J. Plast. Surg. 28, 244 (1975)

34. GOLDWYN, R.M., LAMB, B.L., WHITE, W.L.:

An experimental study of large island flaps
in dogs.

Plast. Reconstr. Surg. 31, 528 (1963)

35. GREGORIUS, F., RAND, W.:

In vivo evaluation of nylon suture material
by the scanning electron microscope.

Surg. Gyn. and Obst. 143, 429 (1976)

36. HARII, K., OHMORI, K., OHMORI, S.:

Successful clinical transfer of ten free flaps
by microvascular anastomoses.

Plast. Reconstr. Surg. 53, 259 (1974)

37. HARI, K., OHMORI, K., OHMORI, S.:
Free deltapectoral skin flaps.
Brit. J. Plast. Surg. 27, 231 (1974)
38. HATTORI, H., KILLEN, D.A., GREEN, I.W.:
Influence of suture materials and technique
on patency of anastomosed arteries of less
than 1.5 mm in diameter.
Am. Surg. 36, 352 (1970)
39. HAUSAMEN, J.E., REUTHER, J., HAMM, R.:
Mikrochirurgische Gefäßanastomosen im Tier-
experiment.
Dtsch. Z. Mund-Kiefer-Gesichtschir. 1, 24 (1977)
40. HAUSAMEN, J.E., REUTHER, J., STOFFEL, J.:
Experimental Reimplantation Utilizing
Microvascular Anastomosis in Animals.
J. Max. Fac. Surg. 5, 203 (1977)
41. HAYHURST, J.W.:
Factors influencing patency rates.
Symposium on Microsurgery, Hrsgb.: A. J. Daniller,
B. Strauch; Mosby, St. Louis 1976
42. HAYHURST, J.W.:
Complications of digital replantation.
in:
Symposium on Microsurgery, Hrsgb.: A. J. Daniller,
B. Strauch; Mosby, St. Louis 1976

43. HÖPFNER, E.:

Über Gefäßnaht, Gefäßtransplantation und
Replantation von amputierten Extremitäten.

Arch. Klin. Chir. 70, 417 (1903)

44. HOLZMANN, T. et al.:

An experimental study of venous grafts in
microvascular surgery. A functional and
micromorphological investigation.

in:

Microsurgery, Hrsgeb.: T.S. Lie, S. 250,
Excerpta Medica, Amsterdam-Oxford 1979

45. HORROCH, C. von:

Die Gefäßnaht.

Allg. Wien. med. Ztg. 33, 263 (1888)

46. HUNTER, K.M., DONAGHY, R.M.:

Arterial microautografts: an experimental study.

Can. J. Surg. 16, 23 (1973)

47. IKUTA, Y.:

Microvascular Surgery.

Lens Press, Hiroshima, Japan 1975

48. JACOBSON, J.H., KATSUMURA, T.:

Small Vein reconstruction.

J. Cardiovasc. Surg. 6, 157 (1965)

49. JACOBSON, J.H., SUAREZ, E.L.:
Microsurgery in Anastomosis of Small Vessels.
Surg. Forum Bd. 11, 1960
50. JACOBSON, J.H., SUAREZ, E.L., KATSUMURA, T.:
Influence of prosthesis diameter in small
arterial replacement.
Circulation 28, 742 (1963)
51. JAMES, N.J.:
Survival of large replanted segment of upper
lip and nose.
Plast. Reconstr. Surg. 58, 623 (1976)
52. JASSINOWSKI, A.:
Die Arteriennaht.
Med. Diss. Dorpat 1889, Matthiesen
53. KAPLAN, E.N., BUNCKE, H.J., MURRAY, D.E.:
Distant transfer of cutaneous island flaps in
humans by microvascular anastomoses.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 301 (1973)
54. KOMATSU, S., TAMAI, S.:
Successful replantation of a complete
cutoff thumb.
Plast. Reconstr. Surg. 42, 374 (1968)

55. KRIZEK, T.J., TANI, T., DESPREZ, J.D.,
KIEHN, C.L.:

Experimental Transplantation of Composite
Grafts by Microsurgical Vascular Anastomoses.

Plast. Reconstr. Surg. 36, 538 (1965)

56. KUTZ, J.E., HOW, E.L., KLEINERT, H.E.:

Fate of small vessel repair.

J. Bone Joint Surg. 51 A, 792 (1969)

57. KUTZ, J.E.:

Preparation for replantation.

in:

Symposium on microsurgery, Hrsgeb.: A.J. Daniller,
B. Strauch; Mosby, St. Louis 1976

58. LENDVAY, P.G., OWEN, E.R.:

Microvascular repair of a completely severed
digit: Fate of digital vessels after 6 months.

Med. J. Aust. 2, 818 (1970)

59. LENDVAY, P.G.:

Replacement of the amputated digit.

Brit. J. Plast. Surg. 26, 398 (1973)

60. LINTON, R.R., DARLING, R.C.:

Autogenous saphenous vein bypass grafts in
femoropopliteal obliterative arterial disease.

Surgery 51, 62 (1962)

61. LINTON, R.R., WILDE, W.L.:

Modifications in the technique for femoropopliteal saphenous vein bypass autografts.

Surgery 67, 234 (1970)

62. MARQUET, R.L., HEYSTEK, G.A., v. LEERSUM, R.H.:

Introduction to Microvascular Surgery.

in:

Micro-Surgery, Hrsgb.: R. Marquet, F. Hess,
W. Kort, W. Boeckx, European Press Ghent,
Belgien 1976

63. MILLER, G.D.H., ANSTEE, E.J., SNELL, J.A.:

Successful replantation of an avulsed scalp
by microvascular anastomoses.

Plast. Reconstr. Surg. 58, 133 (1976)

64. MILLESI, H.:

Vortrag auf der 95. Tagung der Deutschen Gesellschaft
für Chirurgie, München, 3. - 6. Mai 1978

65. MINDERJAHN, A., DAHM, H.H.:

Die Mikrogefäßnaht - im Tierexperiment -
ultrastrukturelle Untersuchungen zur Endothel-
regeneration.

Dtsch. Zahnärztl. Z. 35, 70 (1980)

66. NACHBUR, B.:

in:

Lehrbuch und Atlas der Angiologie,
Hrsgb.: A. Kappert, Hans Huber, Bern 1969

67. NAKAYAMA, K., YAMAMOTO, K., TAMIYA, T.:
A New Simple Apparatus for Anastomosis of
Small Vessels.
J. int. Coll. Surg. 38, 12 (1962)
68. O'BRIEN, B.M., HENDERSON, P.N., CROCK, G.W.:
Metalized microsutures.
Med. J. Aust. 1, 717 (1970)
69. O'BRIEN, B.M., HENDERSON, P.N., BENNETT, R.C.,
CROCK, G.W.:
Microvascular surgical technique.
Med. J. Aust. 1, 722 (1970)
70. O'BRIEN, B.M., HAYHURST, J.W.:
Metalized microsutures and a new micro needle
holder.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 673 (1973)
71. O'BRIEN, B.M., MAC LEOD, A.M., MILLER, G.D.H.,
NEWING, R.K., HAYHURST, J.W., MORRISON, W.A.:
Clinical Replacement of Digits.
Plast. Reconstr. Surg. 52, 490 (1973)
72. O'BRIEN, B.M.:
Microvascular Reconstructive Surgery.
Churchill Livingstone, London 1977

73. O'BRIEN, B.M., MAC LEOD, A.M.:

Digital replantation.

in:

Symposium on microsurgery, Hrsgb.: A.J. Daniller,
B. Strauch; Mosby, St. Louis 1976

74. OHMORI, K., HARI, K.:

Free dorsalis pedis sensory flap to the hand
with microvascular anastomoses.

Plast. Reconstr. Surg. 58, 546 (1976)

75. OWEN, E.:

Replantation of Amputated Extremities.

Langenbecks Arch. Klin. Chir. 339, 613 (1975)

76. PATEL, M.R., et al.:

A true aneurysm of the ulnar artery in the hand
restoration of vascular continuity with a vein graft.

in:

Microsurgery, Hrsgb.: T.S. Lie, S. 225,
Excerpta Medica, Amsterdam-Oxford 1979

77. REUTHER, J., HAUSAMEN, J.E.:

Replantation von Ober- und Unterlippe sowie
Kinnregion mit mikrochirurgischen Gefäßanastomosen.
in:

Fortschr. Kiefer- und Gesichtschir. Bd. XXIII,
Hrsgb.: K. Schuchardt, W. Schilli,
Thieme, Stuttgart 1978

78. REUTHER, J., SATTLER, I.:

Experimentelle Untersuchungen zur freien
Transplantation dicker Hautfettlappen.

in:

Fortschr. Kiefer- und Gesichtschir. Bd. XXIV

Hrsgb.: K. Schuchardt, N. Schwenzer,

Thieme, Stuttgart 1979

79. RIJNDERS, W., DIJKSTRA, R.:

Survival of the thumb by a vein graft in
a case of severe hand lesion.

Hand 8, 261 (1976)

80. SCHMIDT-TINTEMANN, U., BIEMER, E., DUSPIVA, W.:

Replantation abgetrennter Finger, Daumen und
Hände durch Mikrochirurgie.

Dtsch. Arzteblatt 20, 1367 (1976)

81. SCHMIDT-TINTEMANN, U.:

Fortschritte in der plastischen Chirurgie.

Monatskurse für die Ärztliche Fortbildung 28,

Nr. 1 (1978)

82. SCHMIDT-TINTEMANN, U.:

Vortrag auf der 95. Tagung der Deutschen
Gesellschaft für Chirurgie, München,

3. - 6. Mai 1978

83. SEIDENBERG, B., ROSENAK, S.S., HURWITT, E.S.:
Immediate Reconstruction of a cervical esophagus
by a revascularized isolated jejunal segment.
Ann. Surg. 149, 162 (1959)
84. SHUMACKER, H.B., LOWENBERG, R.J.:
Experimental Study in Vascular Repair.
Surgery 24, 79 (1948)
85. SHUMACKER, H.B., SCHLOSS, G., FREEMANN, L.W.,
et al.:
Studies in vascular repair: Experiments with the
use of a free venous transplant for bridging
aortal defects.
Yale J. Biol. Med. 23, 81 (1950)
86. STRAUCH, B., MURRAY, D.E.:
Transfer of composite graft with immediate
suture anastomosis of its vascular pedicle
measuring less than 1 mm in external diameter
using microsurgical technique.
Plast. Reconstr. Surg. 40, 325 (1967)
87. SZILAGYI, D.E., SMITH, R.F., ELLIOTT, J.P.:
Venous autografts in femoropopliteal
arterioplasty: Observations in the treatment
of occlusive disease.
Arch. Surg. 89, 113 (1964)

88. WYATT, A.P., ROTHNIE, N.G., TAYLOR, G.W.:

The vascularization of a vein graft.

Brit. J. Surg. 51, 378 (1964)

89. VASARGIL, M.G.:

Microvascular Surgery.

Thieme 1969

7.0 LEBENSLAUF

Am 17. Mai 1950 wurde ich in Halberstadt/Herz als Sohn der Eheleute Hans und Ursula Böhmer geboren.

25. Februar 1953	Übersiedelung aus der DDR nach Nordrhein-Westfalen
1957 - 1961	Besuch der Volksschule in Dortmund
1961 - 1969	Max-Planck-Gymnasium Dortmund
Mai 1969	Hochschulreife
1969 - 1971	Wehrdienst im Sanitätsdienst
1973 - 1978	Studium der Zahnheilkunde an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Oktober 1974	naturwissenschaftliche Vorprüfung
März 1976	zahnärztliche Vorprüfung
November 1978	Staatsexamen
1. Dezember 1978 - 31. März 1980	Assistenz Zahnarzt in der Poliklinik für zahnärztliche Chirurgie der Zahn-, Mund- und Kieferklinik, Mainz
seit 1. April 1980	Assistenz Zahnarzt in Praxis der Zahnärzte Dres. Ebbinghaus in Lünen
seit 19. Juli 1974	verheiratet mit der Fremdsprachenkorrespondentin Annette Prieß
5. Oktober 1980	Geburt unseres Sohnes Knut

Herrn Professor Dr. Dr. Reuther danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas, seine Anregungen und die Unterstützung bei der Durchführung der experimentellen Operationen und histologischen Nachuntersuchungen.

Gedankt sei auch Herrn Professor Dr. Dr. Scheunemann für die Bereitstellung der Räumlichkeiten, die Unterstützung bei Durchführung der Operationen und für die Erstellung des Koreferates.

